ChinaXiv合作期刊

chinaXiv:201812.00206v1

植物精油对动物生长和免疫力的影响及其作用机制

周　洋[1]　彭　艳[2]　周小秋[1,3]*

(1.四川农业大学动物营养研究所，成都 611130；2.上海美农生物科技股份有限公司，上海 201807；2.动物抗病营养教育部重点实验室，成都 611130)

摘　要：植物精油是部分植物体内的次生代谢产物，具有抗氧化、抗炎症和抗菌功能。研究发现植物精油具有促进动物生产、提高动物机体和肠道免疫能力及抗氧化功能，并能够调节动物肠道微生态平衡。因此，本文就植物精油促进动物生长和提高免疫力的作用及其作用机制进行综述。

关键词：植物精油；动物；生长；免疫力；影响；作用机制

中图分类号：S816.7　　文献标识码：　　文章编号：

在集约化养殖过程中，动物易受到各种不良因素，如饲粮中致病微生物、抗营养因子的刺激，发生应激反应，导致消化道氧化损伤，引起炎症反应，发生腹泻等肠道疾病，最终导致动物生长受阻甚至死亡。因此，增强动物抗氧化功能和肠道健康，提高动物机体的免疫力对保证其健康生长至关重要。植物精油（essential oil，EO）是植物次生代谢产物，可由植物各个器官合成，具有一定挥发性。近年的研究发现植物精油具有抗氧化、缓解炎症和促进动物生长发育的作用。研究发现，饲粮中添加植物精油能够提高小鼠肾脏[1]和肉鸡空肠[2]抗氧化能力，提高虹鳟（*Oncorhynchus mykiss*）机体免疫能力[3]，降低仔猪腹泻[4]，促进动物生长。本文就植物精油在动物体内的消化吸收和代谢、促进动物生长及增强机体免疫力的机制进行综述。

1　植物精油的种类、吸收与代谢

收稿日期：2017–08–02
基金项目：国家自然科学基金（31572632）；四川省青年科技创新团队（2017TD0002）
作者简介：周　洋（1992—），男，四川石棉人，硕士研究生，从事水生动物营养与饲料研究。E-mail: zhouyang921011@163.com
*通信作者：周小秋，教授，博士生导师，E-mail: zhouxq@sicau.edu.cn

chinaXiv:201812.00206v1

1.1　种类

植物精油是一类植物重要的次生代谢产物，分子量较小，有特殊芳香味，常温下多为油状液体，具有一定挥发性。已知的植物精油有 3 000 多种，成分复杂，多为几十种物质的混合物，主要包括萜烯类化合物（terpenes）、芳香族化合物（aromatic derivatives）、脂肪族化合物和含氮含硫类化合物 4 类基本成分，目前研究较多的几种主要的植物精油见表 1。

表 1　几种主要的植物精油

Table 1　Some major essential oils[5]

植物精油 Essential oil	化学名称 Chemical name	分子式 Molecular formula	分子质量 Molecular weight/u	外观 Appearance
肉桂醛 Cinnamaldehyde	3-苯基丙烯醛	C_9H_8O	132.16	无色或淡黄色液体
百里香酚 Thymol	3-甲基-6-异丙基苯酚	$C_{10}H_{14}0$	150.22	无色半透明晶体
香芹酚 Carvacrol	5-异丙基-2 甲基苯酚	$C_{10}H_{14}O$	150.22	无色至淡黄色油状液体
丁香酚 Eugenol	4-烯丙基-2-甲氧基苯酚	$C_{10}H_{12}O_2$	164.20	微黄色至淡黄色液体
对伞花烃 4Isopropyltoluene	对异丙基甲苯	$C_{10}H_{14}$	134.22	无色至淡黄色无臭液体
γ-松油烯 γ-terpinene	1-甲基-4-(1-甲基乙基)-1,4-环己二烯	$C_{10}H_{16}$	136.26	无色至淡黄色无臭液体

1.2　吸收途径及代谢产物

少量研究发现植物精油在动物胃肠道和皮肤都可被迅速吸收，在体内的代谢迅速，主要经肾脏代谢后 24 h 内以尿液形式排出[6-7]。研究发现，在仔猪和大鼠采食含植物精油的饲粮 2 h 内，仔猪血浆中百里香酚、香芹酚和丁香酚含量以及大鼠肾脏和肝脏中 *D*-柠檬烯含量均达到峰值[8-9]。进一步研究发现，饲粮中百里香酚和香芹酚主要在断奶仔猪小肠前端吸收[9]。植物精油快速在胃肠道前端吸收，并且迅速代谢出体外，但微囊包被香芹酚 2 h 内在模拟胃液中仅有低于 20%的部分被降解；在模拟肠道液体中 2 h 释放量超过 60%，在 6 h 内几乎完全被释放[10]。以上结果说明，植物精油能快速被动物胃肠道前端吸收，而包被的植物精油在胃肠道后端释放。另外，研究发现植物精油在哺乳动物皮肤也可被迅速吸收。在人[11]和鼠[12]

上的研究发现，涂抹植物精油 10 min 后血浆中的植物精油含量达到最大值，且经皮肤吸收的量与植物精油浓度、皮肤特性、精油接触时间和接触面积有关[8]。

不同植物精油在不同动物上的代谢产物有一定差异（表 2）。在大鼠上的研究发现，百里香酚与香芹酚在体内代谢后以硫酸盐、葡萄糖苷酸盐和不发生降解的原始形态等形式代谢出体外[6]。在兔上和人上百里香酚的代谢产物则为硫酸盐或百里氢醌[7]。反式肉桂醛在小鼠上的代谢产物为马尿酸和巯基尿酸[13]。茴香脑在大鼠和小鼠上代谢产物则是以与硫酸根、葡萄糖醛酸、甘氨酸和谷胱甘肽结合的形式[14]。

表 2　几种植物精油的代谢产物

Table 2　Metabolites of some essential oils

植物精油 Essential oil	代谢产物 Metabolites	研究对象 Animal species	参考文献 Reference
百里香酚和香芹酚 Thymol and carvacrol	原始形态或者硫酸盐、葡萄糖苷酸盐	大鼠	Austgulen 等[6]
百里香酚 Carvacrol	硫酸盐或百里氢醌	兔、人	Takada 等[7]
反式肉桂醛 Trans-cinnamaldehyde	马尿酸和巯基尿酸	小鼠	Lee[13]
茴香脑 Anethole	硫酸根、葡萄糖醛酸、甘氨酸和谷胱甘肽结合	大鼠和小鼠	Bounds 等[14]

2　植物精油对动物生长的影响及作用途径

2.1　促进动物生长

研究发现，百里香酚和香芹酚等植物精油提高了虹鳟[15]、斑点叉尾鮰（*Ictalurus punctatus*）[16]和凡纳滨对虾（*Litopenaeus vannamei*）[17]的体增重（body weight gain,BWG）和特定生长率（specific growth rate,SGR），并且能够提高仔猪[4]和肉鸡[2]平均日增重，并提高虹鳟[15]、斑点叉尾鮰[16]、肉鸡[18]和仔猪[4]饲料利用率。植物精油对动物生长的促进作用可能与其提高采食量和饲料利用率相关。研究发现，饲粮中添加百里香酚和肉桂醛等植物精油能够提高黄尾脂鲤（*Astyanax altiparanae*）[19]和仔猪[4]的采食量，通常认为，植物精油具有

chinaXiv:201812.00206v1

芳香性，能提高饲粮的适口性，但是在仔猪上研究发现，仔猪对饲粮中添加百里香酚没有明显偏好，但当百里香酚添加量达到 1 250 或 2 000 mg/kg 时，仔猪偏好降低[20]。因此植物精油是否能提高饲粮的适口性还有待进一步研究。

2.2　促进动物生长作用方式及初步机制

植物精油可能通过提高消化吸收能力促进动物生长。动物生长与消化吸收能力密切相关，消化酶活性能够反映其消化能力。研究发现，饲粮中添加适宜水平的百里香酚和肉桂醛提高了肉鸡肠道胰蛋白酶和淀粉酶活性[21-22]。肠道生长发育与其消化能力密切相关。研究发现，饲粮中添加牛至和柑橘精油提高了肉鸡肠绒毛高度[18]，减少了凡纳滨对虾肠绒毛脱落[17]。以上研究说明，植物精油可能通过促进肠道的生长发育促进其消化吸收能力。Tiihonen 等[23]的研究发现，饲粮中添加百里香酚和肉桂醛能够增加肉鸡盲肠丁酸的相对含量；而 Tian 等[24]的研究表明，丁酸能够提高草鱼肠道消化酶活性并促进肠绒毛生长。以上结果表明，饲粮中添加植物精油可能通过提高肠道中丁酸的含量促进动物肠道发育，提高消化吸收能力，从而促进生长。

肠道微生态系统是影响动物消化吸收能力的重要因素，肠道菌群平衡有助于提高动物的消化吸收能力[25]。研究发现，在仔猪[4]和鸡[26]饲粮中添加适宜水平的百里香酚和肉桂醛等提高了肠道乳酸杆菌的数量，降低了大肠杆菌数量；牛至和大蒜精油降低了肉鸡肠道梭状芽胞杆菌和链球菌数量[27]。以上结果表明，植物精油能通过促进肠道有益菌生长，抑制有害菌生长，改善肠道菌群平衡，从而保证其消化吸收能力的发挥。

由此可见，植物精油可能通过提高动物肠道消化酶活性、促进肠道生长发育、维持肠道菌群平衡提高消化吸收能力并促进动物生长。

3　植物精油对动物免疫力的影响及其作用途径

3.1　对动物免疫力的作用

动物生长受到机体健康的影响，攻毒后成活率能反映动物的疾病抵抗能力。研究发现，

chinaXiv:201812.00206v1

饲粮中添加牛至精油降低了嗜水气单胞菌攻毒后斑点叉尾鮰死亡率[16]。这表明植物精油能够提高动物疾病抵抗能力。动物的疾病抵抗能力与机体免疫力息息相关。免疫物质，如补体、免疫球蛋白和细胞因子等在免疫发生过程中发挥了重要作用，其含量高低常能反映动物机体免疫力强弱[28]。研究发现，饲粮中添加植物精油提高了虹鳟血清中总补体含量和溶菌酶活性[3]，同时提高了仔猪血清中免疫球蛋白 A（IgA）、免疫球蛋白 G（IgG）、补体 3（C3）和补体 4（C4）的含量[4]。以上结果表明，植物精油能够提高动物机体免疫力，促进动物机体健康。

3.2 影响动物免疫力的作用途径

3.2.1 通过缓解炎症反应提高动物免疫力

炎症反应是一种重要的免疫应答，过度的炎症反应会损害动物健康[29]。细胞因子是介导炎症反应的主要因子，包括促炎细胞因子[如肿瘤坏死因子-α（TNF-α）、白细胞介素-1β（IL-1β）、白细胞介素-6（IL-6）等]和抗炎细胞因子[如白细胞介素（IL-10）]等，主要由免疫细胞分泌产生[30]。研究发现，饲粮中添加香芹酚等植物精油缓解了肉鸡[31]及小鼠[32]肠道炎症，并降低了断奶仔猪腹泻指数[4]。进一步的研究发现，百里香酚和肉桂酸能分别降低小鼠乳腺上皮细胞[33]和单核巨噬细胞[34]中促炎细胞因子 TNF-α和 IL-6 的含量；滨艾精油能够降低小鼠巨噬细胞 *IL-1β*、*TNF-α*和 *IL-6* 的基因表达[35]。以上结果表明，植物精油能通过降低促炎细胞因子含量来缓解动物炎症反应，促进动物健康。

核转录因子-κB（NF-κB）是调控细胞因子或其他炎症反应相关基因表达的重要转录因子[36]。研究发现，百里香酚和佛手柑精油降低了小鼠乳腺上皮细胞[33]和小鼠巨噬细胞[37]NF-κB p65 磷酸化水平，并可通过抑制小鼠乳腺上皮细胞中 NF-κB 的激活降低促炎细胞因子的产生[33]。在正常生理条件下，NF-κB 在细胞质与其抑制因子核因子κB 抑制因子（IκB）绑定，但是当受到刺激时，IκB 发生磷酸化并降解，导致 NF-κB p65 磷酸化调控相关基因的表达[36]。在 HeLa 细胞上，IκB 激酶（IKK）的激活使 IκBα磷酸化，磷酸化后的 IκBα与 NF-κB

chinaXiv:201812.00206v1

chinaXiv:201812.00206v1

脱离，使 NF-κB 由抑制变为激活[38]。研究发现，百里香酚能够降低小鼠乳腺上皮细胞[33]和小鼠巨噬细胞[37]IκBα磷酸化水平；柠檬醛能够降低小鼠单核巨噬细胞 IKK 蛋白表达[39]。说明植物精油可能通过 IKK/IκBα/NF-κB p65 信号途径调控动物的炎症反应，但具体机制有待进一步研究。

此外，丝裂原活化蛋白激酶（MAPK）家族包括细胞外信号调节激酶（ERK）、c-jun 氨基末端激酶（JNK）和 p38 丝裂原激活蛋白激酶（p38）3 个主要成员，在炎症反应中能够调控细胞因子产生[40]。研究表明，炎症发生时百里香酚能够降低小鼠乳腺上皮细胞 JNK、ERK 和 p38 的磷酸化水平[33]，肉桂醛能够降低小鼠巨噬细胞炎症发生时 JNK、ERK 和 p38 的磷酸化水平[34]，而佛手柑精油能够降低脂多糖（LPS）诱导下小鼠巨噬细胞 ERK 和 JNK 的磷酸化水平[37]。这表明植物精油还可能通过 MAPK 信号途径调控炎症细胞因子产生，进而缓解炎症反应，提高动物机体的免疫力，但还需要开展更加系统深入的研究。

3.2.2　通过抗氧化功能提高动物免疫力

免疫细胞细胞膜表面含有大量不饱和脂肪酸，对氧化应激非常敏感，且在免疫过程中会产生大量活性氧，当受到活性氧刺激后免疫细胞功能下降，进一步导致动物机体的免疫功能受损[41]。丙二醛（MDA）是脂质过氧化的终产物，其含量高低能反映动物机体氧化损伤程度。非酶性抗氧化物含量和抗氧化酶活性提高能够反映机体抗氧化能力增强。研究发现，添加百里香酚或香芹酚等植物精油能够降低虹鳟肌肉 MDA 含量[3]和肉鸡肝脏硫代巴比妥酸反应物质含量[42]，降低动物机体氧化损伤，提高虹鳟血清过氧化氢酶（CAT）及肌肉谷胱甘肽硫转移酶（GST）、谷胱甘肽还原酶（GR）活性[3]，提高斑点叉尾鮰血清中超氧化物歧化酶（SOD）和 CAT 活性[16]，以及提高鼠肾脏 SOD、谷胱甘肽过氧化物酶（GPx）和 GST 活性[43]，增强了动物酶性抗氧化能力。然而，Gowder 等[1]研究发现，植物精油降低了大鼠肾脏非酶性抗氧化物维生素 C、维生素 E 含量以及抗氧化酶 CAT 活性。以上结果不一致的原因可能是，植物精油发挥抗氧化活性主要是依靠其含量丰富的酚类物质，酚类物质的酚羟基在

脂质过氧化第一步中充当了氢供体，从而减缓了羟基过氧化物的形成[44]。抗氧化酶活性与其基因表达密切相关，而抗氧化酶基因表达受到核因子相关因子 2（Nrf2）信号分子的调控。研究发现，五味子精油上调成肌细胞 Nrf2 的蛋白表达[45]，表明植物精油可能通过 Nrf2 调控抗氧化酶基因表达。以上结果表明，植物精油能降低动物脂质过氧化产物，调节非酶性抗氧化物质，且可能通过 Nrf2 信号分子调控抗氧化酶的基因表达，提高抗氧化酶活性，降低动物机体氧化损伤，提高其免疫力。

4 小 结

综上所述，植物精油能够通过提高动物消化吸收能力和增强机体免疫功能促进动物生长。植物精油提高动物消化吸收能力与其促进肠道生长发育和改善肠道微生态平衡有关；动物免疫力的提高与其提高免疫物质含量、缓解炎症反应以及提高抗氧化损伤能力相关。植物精油作为一种绿色安全的饲料添加剂已经被广泛应用到生产中，具有广阔的应用前景，但目前的研究较少且较缺乏具体作用机制研究，需要进一步开展更加系统深入的研究。

参考文献：

[1] GOWDER S J,DEVARAJ H.Effect of the food flavour cinnamaldehyde on the antioxidant status of rat kidney[J].Basic&Clinical Pharmacology&Toxicology,2006,99(5):379-382.

[2] MUELLER K,BLUM N M,KLUGE H,et al.Influence of broccoli extract and various essential oils on performance and expression of xenobiotic- and antioxidant enzymes in broiler chickens[J].British Journal of Nutrition,2012,108(4):588.

[3] GIANNENAS I,TRIANTAFILLOU E,STAVRAKAKIS S,et al.Assessment of dietary supplementation with carvacrol or thymol containing feed additives on performance, intestinal microbiota and antioxidant status of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)[J].Aquaculture,2012,353(3):26-32.

[4] LI S Y,RU Y J,LIU M,et al.The effect of essential oils on performance, immunity and gut

chinaXiv:201812.00206v1

microbial population in weaner pigs[J].Livestock Science,2012,145(1/2/3):119-123.

[5] 杜恩存.百里香酚和香芹酚对肉仔鸡肠上皮屏障和免疫功能的调节作用[D].博士学位论文.北京:中国农业大学,2016.

[6] AUSTGULEN L T,SOLHEIM E,SCHELINE R R.Metabolism in rats of p-cymene derivatives:carvacrol and thymol[J].Basic & Clinical Pharmacology & Toxicology,1987,61(2):98-102.

[7] TAKADA M,AGATA I,SAKAMOTO M,et al.On the metabolic detoxication of thymol in rabbit and man[J].The Journal of toxicological sciences,1979,4(4):341-349.

[8] KOHLERT C,VAN R I,MRZ R,et al.Bioavailability and pharmacokinetics of natural volatile terpenes in animals and humans[J].Planta Medica,2000,66(6):495.

[9] JORIS M,JORIS M,NO L D,et al.*In vitro* degradation and *in vivo* passage kinetics of carvacrol, thymol, eugenol and trans-cinnamaldehyde along the gastrointestinal tract of piglets[J].Journal of the Science of Food&Agriculture,2010,88(13):2371-2381.

[10] WANG Q,GONG J,HUANG X,et al.*In vitro* evaluation of the activity of microencapsulated carvacrol against *Escherichia coli* with K88 pili[J].Journal of applied microbiology,2009,107(6):1781-1788.

[11] SCH FER R,SCH FER W.Die perkutane resorption verschiedener terpene-menthol, campher,limonen, isobornylacetat, α-pinen-aus badezusätzen[J].Arzneimittelforschung,1982,32(1):56-8.

[12] SCHUSTER O,HAAG F,PRIESTER H.Transdermale absorption von terpenen aus den etherischen ölen der pinimenthol-s-salbe[J].Die Medizinische Welt,1986,37:100-102.

[13] LEE K W.Essential oils in broiler nutrition[D].Doctor ' s thesis. Utrecht: Utrecht University,2002.

chinaXiv:201812.00206v1

[14] BOUNDS S,CALDWELL J.Pathways of metabolism of [1'-14C]-trans-anethole in the rat and mouse[J].Drug Metabolism and Disposition,1996,24(7):717-24.

[15] AHMADIFAR E,FALAHATKAR B,AKRAMI R.Effects of dietary thymol-carvacrol on growth performance, hematological parameters and tissue composition of juvenile rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*[J].Journal of Applied Ichthyology,2011,27(4):1057–1060.

[16] ZHENG Z L,TAN J,LIU H Y,et al.Evaluation of oregano essential oil *(Origanum heracleoticum L.*) on growth, antioxidant effect and resistance against aeromonas hydrophila in channel catfish (*Ictalurus punctatus*)[M].[s.l.]:Masson & Cie Editeurs,2009.

[17] 王猛强,黄晓玲,金敏等.饲料中添加植物精油对凡纳滨对虾生长性能及肠道健康的改善作用[J].动物营养学报,2015,27(4):1163-1171.

[18] HONG J C,STEINER T,AUFY A,et al.Effects of supplemental essential oil on growth performance, lipid metabolites and immunity, intestinal characteristics, microbiota and carcass traits in broilers[J].Livestock Science,2012,144(3):253-262.

[19] FERREIRA P D M F,NASCIMENTO L D S,DIAS D C,et al.Essential oregano oil as a growth promoter for the yellowtail tetra, astyanax altiparanae[J].Journal of the World Aquaculture Society,2014,45(1):28–34.

[20] MICHIELS J,MISSOTTEN J,OVYN A,et al.Effect of dose of thymol and supplemental flavours or camphor on palatability in a choice feeding study with piglets[J].Czech Journal of Animal Science,2009,57(2):65-74.

[21] JANG I S,KO Y H,KANG S Y,et al.Effect of a commercial essential oil on growth performance, digestive enzyme activity and intestinal microflora population in broiler chickens[J].Animal Feed Science & Technology,2007,134(3/4):304-315.

[22] LEE K W,EVERTS H,KAPPERT H,et al.Effects of dietary essential oil components on

chinaXiv:201812.00206v1

ChinaXiv合作期刊

growth performance, digestive enzymes and lipid metabolism in female broiler chickens[J].British Poultry Science,2003,44(3):450-457.

[23] TIIHONEN K,KETTUNEN H,BENTO M H L,et al.The effect of feeding essential oils on broiler performance and gut microbiota[J].British Poultry Science,2010,51(3):381-392.

[24] TIAN L,ZHOU X Q,JIANG W D,et al.Sodium butyrate improved intestinal immune function associated with NF-κB and p38MAPK signalling pathways in young grass carp (*Ctenopharyngodon idella*)[J].Fish & Shellfish Immunology,2017.

[25] 朱伟云,余凯凡,慕春龙等.猪的肠道微生物与宿主营养代谢[J].动物营养学报,2014,26(10):3046-3051.

[26] JAMROZ D,WILICZKIEWICZ A,WERTELECKI T,et al.Use of active substances of plant origin in chicken diets based on maize and locally grown cereals[J].British Poultry Science,2005,46(4):485-493.

[27] KIRKPINAR F,ÜNLH B,ÖZDEMIR G.Effects of oregano and garlic essential oils on performance, carcase, organ and blood characteristics and intestinal microflora of broilers[J].Livestock Science,2011,137(1–3):219-225.

[28] MAGNAD TTIR B.Innate immunity of fish (overview)[J].Fish & Shellfish Immunology,2006,20(2):137-151.

[29] SCHOTTELIUS A J,MAYO M W,SARTOR R B,et al.Interleukin-10 signaling blocks inhibitor of κB kinase activity and nuclear factor κB DNA binding[J].Journal of Biological Chemistry,1999,274(45):31868-31874.

[30] NI P J,JIANG W D,WU P,et al.Dietary low or excess levels of lipids reduced growth performance, and impaired immune function and structure of head kidney, spleen and skin in young grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) under the infection of aeromonas

chinaXiv:201812.00206v1

ChinaXiv合作期刊

hydrophila[J].Fish & Shellfish Immunology,2016,55:28-47.

[31] DU E,WANG W,GAN L,et al.Effects of thymol and carvacrol supplementation on intestinal integrity and immune responses of broiler chickens challenged with *Clostridium* perfringens[J].Journal of Animal Science and Biotechnology,2016,7(4):522-531.

[32] GAO N,BUDHRAJA A,CHENG S,et al.Effects of a Combination of thyme and oregano essential oils on tnbs-induced colitis in mice[J].Mediators of Inflammation,2007,2007(1):23296.

[33] LIANG D,LI F,FU Y,et al.Thymol Inhibits LPS-stimulated inflammatory response via down-regulation of NF-κB and mapk signaling pathways in mouse mammary epithelial cells[J].Inflammation,2014,37(1):214.

[34] CHAO L K,HUA K F,HSU H Y,et al.Cinnamaldehyde inhibits pro-inflammatory cytokines secretion from monocytes/macrophages through suppression of intracellular signaling[J].Food & Chemical Toxicology,2008,46(1):220-231.

[35] YOON W J,MOON J,SONG G,et al.Artemisia fukudo essential oil attenuates LPS-induced inflammation by suppressing NF-κB and MAPK activation in RAW 264.7 macrophages[J].Food and Chemical Toxicology,2010,48(5):1222-1229.

[36] VALLABHAPURAPU S,KARIN M.Regulation and function of NF-κB transcription factors in the immune system[J].Annual Review of Immunology,2009,27:693-733.

[37] KIM K N,KO Y J,YANG H M,et al.Anti-inflammatory effect of essential oil and its constituents from fingered citron (*Citrus medica* L. *var. sarcodactylis*) through blocking JNK, ERK and NF-κB signaling pathways in LPS-activated RAW 264.7 cells[J].Food and Chemical Toxicology,2013,57:126-131.

[38] ZANDI E,ROTHWARF D,DELHASE M,et al.The IB kinase complex (IKK) contains two

chinaXiv:201812.00206v1

ChinaXiv合作期刊

kinase subunits, IKK and IKK, necessary for IB phosphorylation and NF-B activation[J].Cell,1997,91(2):243-252.

[39] LIN C T,CHEN C J,LIN T Y,et al.Anti-inflammation activity of fruit essential oil from cinnamomum insularimontanum hayata[J].Bioresour Technol,2008,99(18):8783-8787.

[40] KYRIAKIS J M,AVRUCH J.Mammalian MAPK signal transduction pathways activated by stress and inflammation: a 10-year update[J].Physiological Reviews,2012,92(2):689-737.

[41] DE LAFUENTE M.Effects of antioxidants on immune system ageing[J].European Journal of Clinical Nutrition,2002,56(S3):S5.

[42] MUELLER K,BLUM N M,KLUGE H,et al.Influence of broccoli extract and various essential oils on performance and expression of xenobiotic-and antioxidant enzymes in broiler chickens[J].British Journal of Nutrition,2012,108(4):588-602.

[43] GOWDER S J T,DEVARAJ H.Effect of the food flavour cinnamaldehyde on the antioxidant status of rat kidney[J].Basic & Clinical Pharmacology & Toxicology,2006,99(5):379-382.

[44] BRENES A,ROURA E.Essential oils in poultry nutrition: main effects and modes of action[J].Animal Feed Science and Technology,2010,158(1):1-14.

[45] KANG J S,HAN M H,KIM G Y,et al.Schisandrae semen essential oil attenuates oxidative stress-induced cell damage in C2C12 murine skeletal muscle cells through Nrf2-mediated upregulation of HO-1[J].International Journal of Molecular Medicine,2015,35(2):453.

chinaXiv:201812.00206v1

ChinaXiv合作期刊

Effects of Essential Oil on Animal's Growth and Immunity and Its Mechanism

ZHOU Yang[1] PENG Yan[2] ZHOU Xiaoqiu[1,3*]

(1. *Institute of Animal Nutrition, Sichuan Agricultural University, Chengdu* 611130*, China*; 2. *Shanghai Menon Animal Nutrition Technology Co., Ltd., Shanghai* 201807*, China*; 3. *Key Laboratory for Animal Disease-Resistance Nutrition of China Ministry of Education, Sichuan Agricultural University, Chengdu* 611130*, China*)

Abstract: Essential oils are secondary metabolite from some plants. Some of their biological activities include antioxidant, anti-inflammatory and antibacterial effects amongst others. It has been reported essential oils could promote animal productive performance, enhance animal immunity and antioxidant ability, and regulate the balance of intestinal micro flora. This article mainly aimed to review the effects of essential oil on animal productive performance and immunity enhancement and its mechanism.

Key words: essential oil; animal; growth; immunity; influence; mechanism

chinaXiv:201812.00206v1

*Corresponding author, professor, E-mail: zhouxq@sicau.edu.cn

（责任编辑　武海龙）